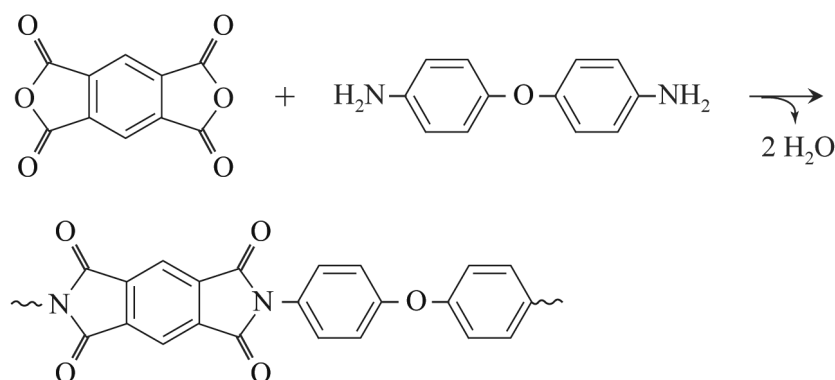


Een pleister voor stroom

Onderzoekers hebben een pleister ontwikkeld die stroom kan opwekken als hij op de huid is geplakt. Op de pleister is een brandstofcel aangebracht. Met de geleverde energie kunnen bijvoorbeeld medische sensoren worden gevoed.

De elektrodes van de brandstofcel zijn aangebracht op een onderlaag van een niet-geleidend polymeer. De vorming van dit polymeer uit de monomeren is in figuur 1 vereenvoudigd weergegeven.

figuur 1



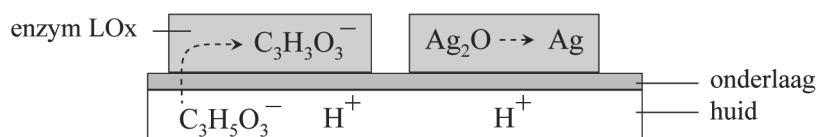
Op de uitwerkbijlage is het mechanisme van een van de stappen in de vorming van het polymeer onvolledig weergegeven.

- 2p 21 Maak op de uitwerkbijlage het mechanisme compleet.
- Teken in het omkaderde deel de niet-bindende elektronenparen.
 - Geef in het omkaderde deel met pijlen weer hoe elektronenparen worden verplaatst tijdens de reactie.

Op de onderlaag zijn poreuze elektrodes aangebracht. Op de negatieve elektrodes is het enzym lactaat-oxidase (LOx) aanwezig. Op de positieve elektrodes is Ag_2O aangebracht.

In figuur 2 is schematisch weergegeven welke reacties in de elektrodes verlopen.

figuur 2



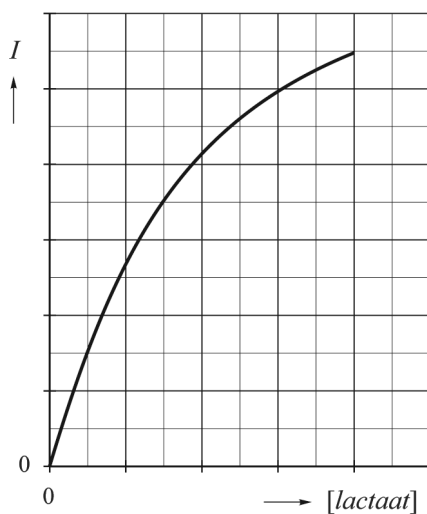
Tijdens lichamelijke inspanning ontstaat in de spieren melkzuur (2-hydroxypropaanzuur, $C_3H_6O_3$). Een deel van het melkzuur wordt met het zweet uitgescheiden. In zweet bevinden zich hierdoor H^+ -ionen en lactaat-ionen (de zuurrest-ionen van melkzuur).

Het enzym (LOx) maakt de omzetting van de lactaat-ionen naar $C_3H_5O_3^-$ -ionen mogelijk.

- 2p 22 Geef met behulp van figuur 2 de vergelijkingen van beide halfreacties. Gebruik molecuulformules voor organische deeltjes.

De onderzoekers hebben onderzocht hoe de stroomsterkte I afhangt van de concentratie lactaat. In figuur 3 zijn de resultaten van hun metingen vereenvoudigd weergegeven.

figuur 3



Figuur 3 kan ook worden gelezen als een diagram waarin de reactiesnelheid van de omzetting van lactaat is uitgezet tegen de concentratie lactaat. Men zorgde ervoor dat tijdens het experiment de hoeveelheid Ag_2O en enzym niet veranderde.

- 1p 23 Verklaar dat bij hogere concentraties lactaat de reactiesnelheid minder toeneemt dan bij lagere concentraties.

In een praktijkproef werd een pleister op de arm van een sporter bevestigd. Tijdens lichamelijke inspanning werd gedurende 10 minuten gemiddeld een lading van $1,2 \cdot 10^{-3} C$ per seconde getransporteerd. Een mol elektronen heeft een lading van $9,65 \cdot 10^4 C$.

- 4p 24 Bereken de massa in gram lactaat ($C_3H_5O_3^-$) die in die tijd is omgezet. Neem aan dat in de brandstofcel geen andere reacties optreden.
Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.